




**LOUDSPEAKER SYSTEM AND AUDIO SIGNAL TRANSMITTER****Publication number:** JP11262084 (A)**Publication date:** 1999-09-24**Inventor(s):** SASAKI TORU; GYOTOKU KAORU; ASADA KOHEI**Applicant(s):** SONY CORP**Classification:**

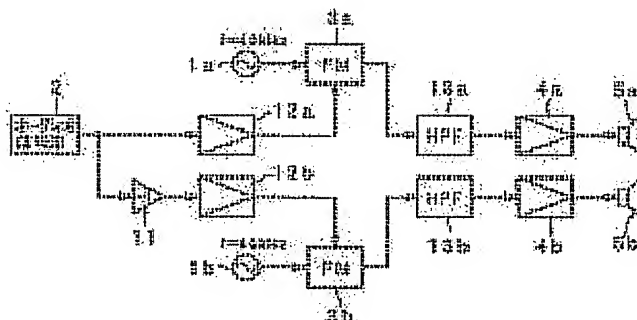
**- international:** H04R23/00; H04R1/40; H04R3/00; H04R3/04; H04R3/12;  
H04S1/00; H04R23/00; H04R1/40; H04R3/00; H04R3/04;  
H04R3/12; H04S1/00; (IPC1-7): H04R3/04; H04R23/00;  
H04S1/00

**- European:** H04R1/40B; H04R3/00; H04R3/12

**Application number:** JP19980340706 19981130**Priority number(s):** JP19980340706 19981130; JP19980003483 19980109**Also published as:** JP4221792 (B2) US6807281 (B1) WO9935881 (A1)**Abstract of JP 11262084 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize ultrahigh directivity and to freely set sound image localization.

**SOLUTION:** Frequency modulators 3a, 3b apply frequency modulation to an audio signal, outputted from an audio signal source 2 into a signal with a frequency band at least higher than an audible frequency band, and a frequency-modulated signal from the frequency modulators 3a, 3b drives ultrasonic wave generators 5a, 5b. In this case, the frequency modulator 3a frequency-modulates the audio signal into a signal with a 1st frequency and the frequency modulator 3b frequency-modulates the audio signal into a signal with a 2nd frequency different from the 1st frequency. Then a frequency component equivalent to a difference between an ultrasonic wave of the 1st frequency and an ultrasonic wave of the 2nd frequency emitted from the ultrasonic wave generators 5a, 5b is heard as an audible sound.



---

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-262084

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 0 4 R 3/04  
23/00  
H 0 4 S 1/00

識別記号  
1 0 1  
3 3 0

F I  
H 0 4 R 3/04 1 0 1  
23/00 3 3 0  
H 0 4 S 1/00 D

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平10-340706  
(22) 出願日 平成10年(1998)11月30日  
(31) 優先権主張番号 特願平10-3483  
(32) 優先日 平10(1998) 1 月 9 日  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

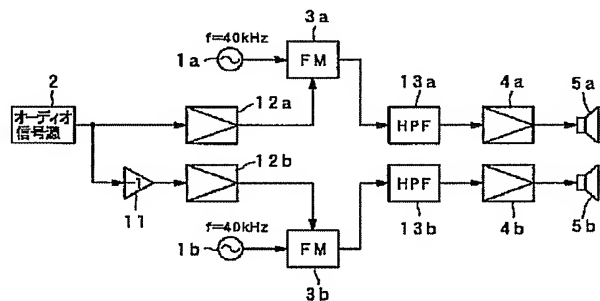
(71) 出願人 000002185  
ソニー株式会社  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号  
(72) 発明者 佐々木 徹  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72) 発明者 行徳 薫  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72) 発明者 浅田 宏平  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 スピーカ装置及びオーディオ信号送信装置

(57) 【要約】

【課題】 超指向性を実現するとともに、音像定位を自在に設定する。

【解決手段】 オーディオ信号源 2 から出力されるオーディオ信号を周波数変調器 3 a, 3 b により少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調し、周波数変調器 3 a, 3 b からの周波数変調された信号によって超音波発生器 5 を駆動する。このとき、周波数変調器 3 a は第 1 の周波数に周波数変調し、周波数変調器 3 b は第 1 の周波数とは異なる第 2 の周波数に周波数変調する。そして、超音波発生器 5 から放出される第 1 の周波数の超音波と第 2 の周波数の超音波の差に相当する周波数成分が可聴音として聴取される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 音源から出力されるオーディオ信号を少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調する変調手段と、

上記変調手段からの周波数変調された信号によって駆動される少なくとも 1 個の超音波発生素子を備えてなるスピーカ装置。

【請求項 2】 上記変調手段は、上記音源から出力されるオーディオ信号を第 1 の周波数に周波数変調された信号と上記第 1 の周波数とは異なる第 2 の周波数に周波数変調された信号に変換することを特徴とする請求項 1 記載のスピーカ装置。

【請求項 3】 複数の超音波発生素子を備え、上記超音波発生素子は、第 1 の素子群と第 2 の素子群からなり、上記第 1 の素子群に上記第 1 の周波数に周波数変調された信号が入力され、上記第 2 の素子群に上記第 2 の周波数に周波数変調された信号が入力されることを特徴とする請求項 2 記載のスピーカ装置。

【請求項 4】 上記第 1 の周波数に周波数変調された信号と上記第 2 の周波数に周波数変調された信号を混合する手段を備えることを特徴とする請求項 3 記載のスピーカ装置。

【請求項 5】 上記音源から出力されるオーディオ信号を微分処理する微分手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載のスピーカ装置。

【請求項 6】 上記微分手段によって微分処理されたオーディオ信号をレベルシフトする直流オフセット手段を備えることを特徴とする請求項 5 記載のスピーカ装置。

【請求項 7】 上記音源から出力されるオーディオ信号を逆コサイン関数処理することを特徴とする請求項 1 記載のスピーカ装置。

【請求項 8】 上記音源から出力されるオーディオ信号を少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域に周波数変調された信号を振幅変調するとともに上記オーディオ信号を振幅変調する振幅変調手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載のスピーカ装置。

【請求項 9】 上記音源から出力されるオーディオ信号を逆コサイン変換処理することを特徴とする請求項 8 記載のスピーカ装置。

【請求項 10】 音源から出力されるオーディオ信号を少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調する変調手段と、  
上記変調手段からの周波数変調された信号の周波数特性を補正する補正手段と、  
上記補正手段からの補正された信号によって駆動される少なくとも 1 個の超音波発生素子を備えてなるスピーカ装置。

【請求項 11】 音源から出力されるオーディオ信号の周波数特性を補正する補正手段と、  
上記補正手段からの補正されたオーディオ信号を少なく

とも可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調する変調手段と、

上記変調手段からの周波数変調された信号によって駆動される少なくとも 1 個の超音波発生素子を備えてなるスピーカ装置。

【請求項 12】 音源から出力されるオーディオ信号を少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調する変調手段と、

上記変調手段からの周波数変調された信号によって駆動される少なくとも 1 個の超音波発生素子と、

上記超音波発生素子から放出される超音波の差周波数歪みによる可聴帯域の音を集音するマイクロホンと、

上記マイクロホンによって集音された可聴帯域の信号を逆コサイン関数処理する手段とを備えてなるオーディオ信号送信装置。

【請求項 13】 音源から出力されるオーディオ信号を少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調する変調手段と、

上記変調手段からの周波数変調された信号によって駆動される複数の超音波発生素子を備えてなるスピーカ装置。

【請求項 14】 上記変調手段は、上記音源から出力されるオーディオ信号を第 1 の周波数に周波数変調された信号と上記第 1 の周波数とは異なる第 2 の周波数に周波数変調された信号に変換することを特徴とする請求項 13 記載のスピーカ装置。

【請求項 15】 上記複数の超音波発生素子は、第 1 の素子と第 2 の素子群からなり、上記第 1 の素子群に上記第 1 の周波数に周波数変調された信号が入力され、上記第 2 の素子群に上記第 2 の周波数に周波数変調された信号が入力されることを特徴とする請求項 14 記載のスピーカ装置。

【請求項 16】 上記第 1 の周波数に周波数変調された信号と上記第 2 の周波数に周波数変調された信号を混合する手段を備えることを特徴とする請求項 14 記載のスピーカ装置。

【請求項 17】 上記音源から出力されるオーディオ信号を微分処理する微分手段を備えることを特徴とする請求項 13 記載のスピーカ装置。

【請求項 18】 上記微分手段によって微分処理されたオーディオ信号をレベルシフトする直流オフセット手段が備えることを特徴とする請求項 17 記載のスピーカ装置。

【請求項 19】 上記音源から出力されるオーディオ信号を逆コサイン関数処理することを特徴とする請求項 13 記載のスピーカ装置。

【請求項 20】 上記音源から出力されるオーディオ信号を少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域に周波数変調された信号を振幅変調するとともに上記オーディオ信号を振幅変調する振幅変調手段を備えることを特徴とす

る請求項 1 3 記載のスピーカ装置。

【請求項 2 1】 上記音源から出力されるオーディオ信号を逆コサイン関数処理することを特徴とする請求項 2 0 記載のスピーカ装置。

【請求項 2 2】 上記第 1 の素子群及び上記第 2 の素子群に入力される第 1 及び第 2 の周波数の変調信号の少なくとも一方を遅延させる遅延手段が設けられたことを特徴とする請求項 1 5 記載のスピーカ装置。

【請求項 2 3】 音源から出力されるオーディオ信号を少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調する変調手段と、  
上記変調手段からの周波数変調された信号の周波数特性を補正する補正手段と、  
上記補正手段からの補正された信号によって駆動される複数の超音波発生素子を備えてなるスピーカ装置。

【請求項 2 4】 音源から出力されるオーディオ信号の周波数特性を補正する補正手段と、  
上記補正手段からの補正されたオーディオ信号を少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調する変調手段と、  
上記変調手段からの周波数変調された信号によって駆動される複数の超音波発生素子を備えてなるスピーカ装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波発生素子を用いて音の再生を行うスピーカ装置及び超音波発生素子を用いたオーディオ信号送信装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】従来、スピーカ装置として、振動板を振動させ、この振動板から空気中に放出される音を聴取するように構成されたものが広く用いられている。この種のスピーカ装置は、2 0 H z ~ 2 0 K H z 程度の可聴帯域のオーディオ信号によって振動板を振動させ、この振動板から直接空気中に音を放出するようになっている。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】ところで、振動板を可聴帯域のオーディオ信号で駆動するようにしたスピーカ装置は、振動板を中心として空気中に拡がりを持って音が放出される。この種のスピーカ装置は、広い空間に音を放出する場合に用いて有用である。

【0 0 0 4】しかし、この種のスピーカ装置にあっては、特定の聴取者のみに向かって音を放出することができない。

【0 0 0 5】また、再生音を個人のみが聴取可能とするため、頭部や耳介に装着するヘッドホンやイヤホンが用いられている。この種のヘッドホンやイヤホンも振動板を可聴帯域のオーディオ信号により駆動するものであり、振動板を中心として空気中に拡がりを持って音が放出される。ヘッドホンやイヤホンは、秘話性を確保する

ため、スピーカユニットを密閉した状態で頭部や耳介に装着する必要がある。

【0 0 0 6】そこで、本発明の目的は、新規な駆動方式を用い超指向性を持って音の放出を可能となすスピーカ装置を提供することにある。

【0 0 0 7】本発明の他の目的は、秘話機能を持って音の放出を行うことができるスピーカ装置を提供することにある。

【0 0 0 8】本発明の更に他の目的は、同時に複数の位置で異なる音を聴取することを可能となすスピーカ装置を提供することにある。

【0 0 0 9】本発明の更に他の目的は、自在な位置に音像定位を設定することができるスピーカ装置を提供することにある。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】上述したような目的を達成するために提案される本発明に係るスピーカ装置は、音源から出力されるオーディオ信号を変調手段により少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調し、変調手段からの周波数変調された信号によって超音波発生素子を駆動するようにしたものである。

【0 0 1 1】ここで、変調手段は、音源から出力されるオーディオ信号を第 1 の周波数に変調された信号と第 1 の周波数とは異なる第 2 の周波数に変調された信号に変換する。このとき、超音波発生素子から放出される第 1 の周波数の超音波と第 2 の周波数の超音波の差に相当する周波数成分が可聴音として聴取される。

【0 0 1 2】本発明に係るスピーカ装置は、超音波発生素子が、例えばリング状に配列された第 1 の素子群と第 1 の素子群の外周側にリング状に配列された第 2 の素子群とを備え、第 1 の素子群に第 1 の周波数に周波数変調された信号が入力され、第 2 の素子群に第 2 の周波数に周波数変調された信号が入力される。

【0 0 1 3】本発明に係るスピーカ装置は、変調手段からの第 1 の周波数に周波数変調された信号と第 2 の周波数に周波数変調された信号は、混合手段によって混合されて超音波発生素子に入力される。

【0 0 1 4】また、本発明に係るスピーカ装置は、変調手段により可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調する前に、音源から出力されるオーディオ信号を微分処理する微分手段が設けられる。更に、このスピーカ装置には、微分手段によって微分処理されたオーディオ信号をレベルシフトする直流オフセット手段が設けられる。

【0 0 1 5】更に、本発明に係るスピーカ装置は、音源から出力されるオーディオ信号を逆コサイン関数処理する。

【0 0 1 6】更にまた、本発明に係るスピーカ装置は、音源から出力されるオーディオ信号を少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調された信号を

振幅変調するとともにオーディオ信号を振幅変調する振幅変調手段を備える。このとき、音源から出力されるオーディオ信号を逆コサイン関数処理する。

【0017】そして、超音波発生素子から放出される超音波の周波数特性を補正する手段が設けられる。

【0018】また、音源から出力されるオーディオ信号の周波数特性を予め補正する補正手段を備える。

【0019】更にまた、本発明は、音源から出力されるオーディオ信号を可聴帯域より高い周波数帯域の信号に変調手段により変調し、変調手段からの周波数変調された信号によって超音波発生素子を駆動し、超音波発生素子から放出される超音波の差周波数歪みによる可聴帯域の音をマイクロホンによって集音し、この集音された可聴帯域の信号を逆コサイン関数処理するオーディオ信号送信装置である。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るスピーカ装置及びこのスピーカ装置を用いたオーディオ信号送信装置を説明する。

【0021】本発明に係るスピーカ装置の基本的な構成を図1を参照して説明する。このスピーカ装置は、図1に示すように、一定周波数の搬送波を出力する搬送波発振器1と、オーディオ信号を出力するオーディオ信号源2と、搬送波発振器1からの搬送波をオーディオ信号源2からのオーディオ信号で周波数変調する周波数変調器3と、周波数変調器3から出力される周波数変調された搬送波（以下、周波数変調信号という。）で駆動される超音波発生器5を備える。

$$y = A x + B x^2$$

ここで、 $x$ は系の入力信号であり、 $y$ は系の出力信号である。

$$x = f_1 \cos \omega_1 t + f_2 \cos \omega_2 t$$

第1式に第2式を入力すると、第3式が得られる。

$$\begin{aligned} y = & A(f_1 \cos \omega_1 t + f_2 \cos \omega_2 t) \\ & + B/2(f_1^2 + f_2^2) \\ & + B/2(f_1^2 \cos 2\omega_1 t + f_2^2 \cos 2\omega_2 t) \\ & + B(f_1 f_2 \cos(\omega_1 - \omega_2)t) \\ & + B(f_1 f_2 \cos(\omega_1 + \omega_2)t) \end{aligned}$$

ここで、第1項は基本波成分であり、第2項は直流成分であり、第3項は第2高調波成分であり、第4項は差周波数成分であり、第5項は和周波数成分である。第4項の差周波数成分が差周波数歪みであり、系の出力には、周波数の差（ $\omega_1 - \omega_2$ ）に相当する周波数成分（差音）が現れる。具体的には、例えば2台の搬送波発振器から出力される40KHzと41KHzの正弦波信号を混合して超音波発生器を駆動すると、その差周波数歪みに相当する1KHzの差音が聞こえる。

【0028】ところで、広く知られているように、周波数変調では、周波数変調信号に搬送波を中心として無数の側帯波が含まれる。したがって、空気が超音波に対し

【0022】搬送波発振器1は、一定周波数の搬送波、例えば40KHzの搬送波を周波数変調器3に供給する。オーディオ信号源2は、例えば光ディスクプレーヤやテープレコーダ等からなり、オーディオ信号を変調信号として周波数変調器3に供給する。周波数変調器3は、オーディオ信号源2からの変調信号で搬送波発振器1から入力される搬送波を周波数変調する。この周波数変調信号は、増幅器4を介して超音波発生器5に入力される。超音波発生器5は、例えば少なくとも1個の超音波発生素子からなり、非常に高い指向性（以下、超指向性という。）を有し、増幅器4で増幅された周波数変調信号によって駆動されることにより、周波数変調信号に基づいた超音波を、超音波発生器5を向けた方向に超指向性を持って放出する。そして、利用者は、超音波発生器5が向けられると、オーディオ信号源2からのオーディオ信号に対応した音を聞くことができる。また、利用者は、例えば超音波発生器5が壁に向けられると、恰も壁から音が出ているように感じることができる。

【0023】ここで、オーディオ信号源2からのオーディオ信号で周波数変調された周波数変調信号に基づいて超音波を放出すると、元のオーディオ信号に対応した音が聞こえる基本的な原理について簡単に説明する。

【0024】第1式に示すように、系に偶数次の非直線性が存在し、その系に第2式に示すような2つの周波数（ $\omega_1/2\pi$ ,  $\omega_2/2\pi$ ）成分を含む信号を入力すると、第3式に示すように、混変調歪みの一種である差周波数歪みが生ずる。

【0025】

第1式

【0026】

第2式

【0027】

第3式

て上述したような偶数次の非直線性を有すると、元のオーディオ信号が再生され、利用者がそれに対応した音を聞くことができる。

【0029】次に、上述したような基本的な構成を備える本発明に係るスピーカ装置の具体的な構成を図2を参照しながら説明する。

【0030】なお、図1に示すスピーカ装置を構成する回路と同じ機能を有する回路には同じ符号を付して、それらの詳細については説明を省略する。

【0031】このスピーカ装置は、図2に示すように、一定周波数の搬送波をそれぞれ出力する第1及び第2の搬送波発振器1a, 1bと、オーディオ信号を出力する

オーディオ信号源 2 と、第 1 及び第 2 の搬送波発振器 1 a, 1 b からの搬送波をそれぞれ音源 1 からのオーディオ信号と反転されたオーディオ信号とでそれぞれ周波数変調する第 1 及び第 2 の周波数変調器 3 a, 3 b と、第 1 及び第 2 の周波数変調器 3 a, 3 b から出力される周波数変調信号でそれぞれ駆動される第 1 及び第 2 の超音波発生器 5 a, 5 b を備える。

【0032】第 1 及び第 2 の搬送波発振器 1 a, 1 b は、それぞれ例えば 40 KHz の搬送波を第 1 及び第 2 の周波数変調器 3 a, 3 b に供給する。オーディオ信号源 2 は、オーディオ信号を変調信号とし、第 1 の増幅器 1 2 a を介して周波数変調器 3 a に供給するとともに、反転回路 1 1 に供給する。反転回路 1 1 は、オーディオ信号源 2 からのオーディオ信号の振幅を反転させ、第 2 の増幅器 1 2 b を介して第 2 の周波数変調器 3 b に供給する。第 1 及び第 2 の周波数変調器 3 a, 3 b は、第 1 及び第 2 の増幅器 3 a, 3 b で増幅された変調信号で第 1 及び第 2 の搬送波発振器 1 a, 1 b から入力される搬送波をそれぞれ周波数変調する。得られる周波数変調信号は、例えばカットオフ周波数が 20 KHz の第 1 及び第 2 のハイパスフィルタ 1 3 a, 1 3 b に入力され、そこで 20 KHz 以下の成分が除去され、第 1 及び第 2 の増幅器 4 a, 4 b を介して第 1 及び第 2 の超音波発生器 5 a, 5 b に入力される。第 1 及び第 2 の超音波発生器 5 a, 5 b は、例えば少なくとも 1 個の超音波発生素子からなり、第 1 及び第 2 の増幅器 4 a, 4 b でそれぞれ増幅された周波数変調信号によって駆動されることにより、周波数変調信号に基づいた超音波を、第 1 及び第 2 の超音波発生器 5 a, 5 b を向けた方向に超指向性を持って放出する。

【0033】ここで、第 1 及び第 2 の超音波発生器 5 a, 5 b の具体的な構造について説明する。

【0034】第 1 及び第 2 の超音波発生器 5 a, 5 b はそれぞれ複数、例えば 3 7 個ずつの超音波発生素子である圧電素子 5 0 から構成され、例えば図 3 に示すように、支持基板 5 1 上に第 1 の超音波発生器 5 a の圧電素子 5 0 を内周側にリング状に配設し、これら第 1 の超音波発生器 5 a の圧電素子 5 0 を囲むようにリング状に、第 2 の超音波発生器 5 b の圧電素子 5 0 を配設する。このとき、内周側にリング状に配設される第 1 の超音波発生器 5 a の圧電素子 5 0 群と外周側にリング状に配設される第 2 の超音波発生器 5 b の圧電素子 5 0 群は、同軸をなすように配設される。

【0035】利用者は、このように構成され、超指向性を有する第 1 及び第 2 の超音波発生器 5 a, 5 b が向けられると、オーディオ信号源 2 からのオーディオ信号に対応した音を聞くことができる。ところで、このスピーカ装置では、オーディオ信号と極性が反転されたオーディオ信号とでそれぞれ周波数変調した 2 つの周波数変調信号で第 1 及び第 2 の超音波発生器 5 a, 5 b を駆動し

ていることから、すなわち差動的に超音波を放出していることから、利用者は、図 1 に示すスピーカ装置よりも大きな音を聞くことができる。更に、複数の圧電素子 5 0 群を用いることにより、音圧レベルを上げることができる。

【0036】なお、上述のスピーカ装置では、それぞれ 2 群の圧電素子 5 0 を用いているが、周波数変調信号を混合器を用いて混合した後、この混合された信号で 1 群の圧電素子 5 0 を駆動するようにしてもよい。

【0037】この場合、円筒状をなす圧電素子 5 0 を複数、例えば 7 3 個用い、これらの圧電素子 5 0 を、例えば図 4 に示すように、互いに密接するように集中して配設する。この複数の圧電素子 5 0 を集中して配列した構成の超音波発生器 5 を用いたスピーカ装置では、スピーカ装置から 0. 5 m 離れた位置での指向特性は、例えば図 5 中の A で示すような特性を示し、1 m 離れた位置での指向特性は図 5 中の B で示すような特性を示し、2 m 離れた位置での指向特性は図 5 中の C で示すような特性を示し、スピーカ装置の正面方向に極めて高い指向性を有する。

【0038】なお、図 4 に示す超音波発生器 5 は、複数の超音波発生素子（圧電素子 5 0）をいくつかのグループとして組み合わせ、各グループの超音波発生素子毎に周波数変調信号を入力して駆動するようにしてもよい。この場合、複数の超音波発生素子を 2 つのグループに組み合わせることにより、上述した図 2 に示すスピーカ装置の超音波発生器 5 a, 5 b として用いることができる。

【0039】次に、本発明を適用したスピーカ装置の他の具体例を、図 6 を参照しながら説明する。なお、前述した図 2 に示すスピーカ装置を構成する回路と同じ機能を有する回路には同じ符号を付して、それらの詳細については説明を省略する。

【0040】このスピーカ装置は、図 6 に示すように、一定周波数の搬送波をそれぞれ出力する第 1 及び第 2 の搬送波発振器 1 a, 1 b と、オーディオ信号を出力するオーディオ信号源 2 と、オーディオ信号源 2 から出力されるオーディオ信号を微分する微分器 2 2 と、微分器 2 2 から出力される微分信号にオフセット電圧を加える増幅器 2 3 a と、微分器 2 2 から出力される微分信号の極性を反転するとともに、オフセット電圧を加える反転増幅器 2 3 b と、第 1 及び第 2 の搬送波発振器 1 a, 1 b からの搬送波をそれぞれ増幅器 2 3 a からの微分信号と反転増幅器 2 3 b からの微分信号とで周波数変調する第 1 及び第 2 の周波数変調器 3 a, 3 b と、これら第 1 及び第 2 の周波数変調器 3 a, 3 b から出力される周波数変調信号を混合する混合器 2 4 と、混合器 2 4 からの混合された周波数変調信号の所定の周波数成分を抑圧する補正フィルタ 2 6 と、補正フィルタ 2 6 から出力される周波数変調信号で駆動される超音波発生器 5 を備える。

【0041】第1及び第2の搬送波発振器1a, 1bは、それぞれ例えば40KHzの搬送波を第1及び第2の周波数変調器3a, 3bに供給する。オーディオ信号源2は、オーディオ信号を増幅器21を介して微分器22に供給する。微分器22は、増幅器21で増幅されたオーディオ信号を微分し、得られる微分信号を増幅器23aと反転増幅器23bに供給する。増幅器23aは、微分器22からの微分信号の直流レベルをシフトするためにオフセット電圧を加え、変調信号として第1の周波数変調器3aに供給する。一方、反転増幅器23bは、微分器22からの微分信号の極性を反転するとともに、直流レベルをシフトするためにオフセット電圧を加え、変調信号として第2の周波数変調器3bに供給する。第1及び第2の周波数変調器3a, 3bは、増幅器23a及び反転増幅器23bで直流レベルがシフトされた変調信号で第1及び第2の搬送波発振器1a, 1bから入力される搬送波をそれぞれ周波数変調する。得られる周波数変調信号は、混合器24に輸入される。混合器24は、これら2つの周波数変調信号を混合して、例えばカットオフ周波数が20KHzのハイパスフィルタ25に

供給する。ハイパスフィルタ25は、混合器24から出力される混合信号の20KHz以下の成分を除去して、補正フィルタ26に供給する。

【0042】ところで、超音波発生器5は、例えば40KHz近辺に機械的な共振の周波数を有し、その周波数特性が平坦ではない。そこで、補正フィルタ26は、ハイパスフィルタ25からの周波数変調信号の所定の周波数成分、すなわち40KHz付近の成分を抑圧し、共振周波数成分が抑圧された周波数変調信号を増幅器27を介して超音波発生器5に供給する。超音波発生器5は、例えば少なくとも1個の超音波発生素子からなり、増幅器27で増幅された周波数変調信号によって駆動されることにより、周波数変調信号に基づいた超音波を、超音波発生器5を向けた方向に超指向性を持って放出する。

【0043】ここで、このスピーカ装置で音が聞こえる原理を簡単に説明する。

【0044】2つ周波数変調信号を混合した信号O(t)は、以下に示す第4式で表される。

【0045】

$$O(t) = A_c \cos(\omega_c t + \theta_c + k \int h(t) dt) + B_c \cos(\omega_c' t + \theta_c' + k' \int h(t) dt) \quad \text{第4式}$$

この信号O(t)の2次の歪みは、以下に示す第5式で表される。

$$\begin{aligned} O(t)^2 = & A_c^2 \cos^2(\omega_c t + \theta_c + k \int h(t) dt) \\ & + B_c^2 \cos^2(\omega_c' t + \theta_c' + k' \int h(t) dt) \\ & + A_c B_c \cos((\omega_c + \omega_c') t + (\theta_c + \theta_c') + (k + k') \int h(t) dt) \\ & + A_c B_c \cos((\omega_c - \omega_c') t + (\theta_c - \theta_c') + (k - k') \int h(t) dt) \end{aligned}$$

第5式

第5式の第1項乃至第3項は、直流、 $2\omega_c$ 、 $2\omega_c'$ 、 $(\omega_c + \omega_c')$ を中心とした側帯波である。第4項は、 $(\omega_c - \omega_c')$ を中心とした側帯波であり、この側帯波は可聴帯域に存在し、すなわち人間が聞くことが信号である。

したがって、この第4項が元のオーディオ信号s(t)と等しいときに、すなわち第6式が成立するときに、オーディオ信号を聞くことができる。

【0047】

$$A_c B_c \cos(\Delta \omega_c t + \Delta \theta_c + \Delta k \int h(t) dt) = s(t)$$

第6式

ただし、 $|s(t)| \leq 1$ 、 $\Delta \omega_c = \omega_c - \omega_c'$ 、 $\Delta \theta_c = \theta_c - \theta_c'$ 、 $\Delta k = k - k'$ である。第6式を簡単にするために、これ以降、s(t)を $A_c B_c$ で正規化したものを、新たにs(t)とする。

【0048】この第6式をh(t)について解くと第7式が得られる。

【0049】

$$h(t) = [d/dt \{ \cos^{-1} s(t) \} - \Delta \omega_c] / \Delta k \quad \text{第7式}$$

この第7式に従って得られた信号h(t)で搬送波を周波数変調すればよく、すなわちオーディオ信号源2からのオーディオ信号を逆コサイン関数処理した後、直流オフセットを与え、得られる信号を微分して、この微分信号で搬送波を周波数変調することにより、元のオーディオ信号に対応した音を聞くことができる。

【0050】ところで、第7式中の $\cos^{-1} s(t)$ は、s(t)が十分小さいときには、級数展開により、 $\pi/2 - s(t)$ と近似することができ、信号h(t)は、第8式で表すことができる。

【0051】

$$h(t) \approx [d/dt \{-s(t)\} - \Delta \omega_c] / \Delta k \quad \text{第8式}$$

そして、このスピーカ装置では、第8式に対応する信号 50 処理を、微分器22、増幅器23a、反転増幅器23b



で行っている。

【0052】次に、本発明を適用したスピーカ装置の更に他の具体例を、図7を参照しながら説明する。

【0053】このスピーカ装置は、図7に示すように、上述した図6に示すスピーカ装置の搬送波発振器1a、1bを1個とするとともに、周波数変調器3a、3bの後段に振幅変調器28a、28bを、その前段に前処理回路30を追加したものである。そこで、図6に示すスピーカ装置を構成する回路と同じ機能を有する回路には同じ符号を付して、それらの詳細については説明を省略する。

【0054】これらの追加した振幅変調器28a、28

$$O(t) = [A_c' + A_c' \{-1 + \cos((k/2) \int h(t) dt)\}] \\ \times \cos(\omega_c t + \theta_c + (k/2) \int h(t) dt)$$

ところで、 $\eta(t)$ を変調信号とする振幅変調は、以下に示す第10式で表される。

$$[y(t)]_{AM} = (A_c + \eta(t)) \cos(\omega_c t + \theta_c)$$

第10式において、第11式が成立するときに第9式と同じ信号が得られる。

$$\eta(t) = A_c' \{-1 + \cos((k/2) \int h(t) dt)\} \\ = A_c' \{-1 + \cos((1/2) \cos^{-1} s(t))\}$$

したがって、このスピーカ装置では、前処理回路30は、例えばデジタルシグナルプロセッサ(DSP)と、DSPを動作させるインストラクションやデータを記憶したメモリからなり、このDSPは、例えば図9に示すように、オーディオ信号の逆コサイン値を求める逆コサイン関数演算部31と、逆コサイン関数演算部31の出力を1/2倍する乗算部32と、乗算部32の出力のコサイン値を求めるコサイン関数演算部33を備え、

$$\cos((1/2) \cos^{-1} s(t)) = ((1 + s(t))/2)^{1/2}$$

したがって、前処理回路30は、例えば図10に示すように、オーディオ信号に直流オフセットを与える直流オフセット付加部34と、直流オフセット付加部34の出力を1/2倍する乗算部35と、乗算部35の出力の2乗根を求める2乗根演算部36から構成することができる。このように前処理回路30を構成することにより、DSPでは、コサイン関数及び逆コサイン関数を求める演算処理をする必要がなく、1つの2乗根を演算する処理を行えば良く、その処理時間及びメモリ容量を少なくすることができる。また、これらの演算処理をハードウェアで行う場合には、回路規模を小さくすることができる。

【0062】また、1/2倍する演算は、変調出力の振幅を変化させる作用しかないので、省略することができる。すなわち前処理回路30は、例えば図11に示すように、オーディオ信号に直流オフセットを与える直流オフセット付加部34と、直流オフセット付加部34の出力の2乗根を求める2乗根演算部36から構成することができる。このように前処理回路30を構成することにより、DSPでは、コサイン関数及び逆コサイン関数を

bは、前処理回路30で後述する信号処理が施されたオーディオ信号を変調信号とし、周波数変調器3a、3bからの周波数変調信号を搬送波として、これらの搬送波を変調信号で振幅変調し、得られる振幅変調信号を混合器24に供給する。

【0055】ここで、このスピーカ装置で音が聞こえる原理を簡単に説明する。

【0056】上述した第4式に、 $A_c = B_c = A_c' / 2$ 、 $\Delta \omega_c = \omega_c - \omega_c' = 0$ 、 $\Delta \theta_c = \theta_c - \theta_c' = 0$ 、 $k' = 0$ なる条件を加えると、前述した第4式は、以下に示す第9式に変形することができる。

【0057】

第9式

【0058】

第10式

【0059】

第11式

第11式に対応した信号処理を実行する。すなわち、逆コサイン関数演算部31は、オーディオ信号源2からのオーディオ信号に逆コサイン関数処理を施し、乗算部32は、得られる結果を1/2倍し、コサイン関数演算部33は、乗算器32の出力のコサイン値を求める。

【0060】ところで、第11式の第2項のは、第12式に示すように変形することができる。

【0061】

第12式

求める演算処理をする必要がなく、1つの2乗根を演算する処理を行えば良く、その処理時間及びメモリ容量を少なくすることができる。また、これらの演算処理をハードウェアで行う場合には、回路規模を小さくすることができる。

【0063】また、ところで、上述した具体的なスピーカ装置では、搬送波をオーディオ信号で周波数変調して得られる周波数変調信号で超音波発生器5を駆動するようにしているが、超音波発生器5は、上述したように、例えば複数の圧電素子からなる。そこで、各圧電素子の前段に補正フィルタ26をそれぞれ設け、超音波発生器全体として、所望の周波数特性及び指向性が得られるようにしてもよい。更に、図1及び図2に示す増幅器4、図6及び図7に示す増幅器27を含めて、所望の周波数特性及び指向性が得られるようにしてもよい。また、さらには、この所望の周波数特性が得られるようにする補正処理を、オーディオ信号の段階で行うようにしてもよい。

【0064】更に、上述したスピーカ装置を2台設け、各スピーカ装置に別々のオーディオ信号を入力すると



もに、各スピーカ装置の圧電素子の前段に、周波数特性及び位相特性が異なるフィルタを設けるようにしてもよい。この場合、例えば同じ位置から互いに異なる指向性を持って音を出すことができ、聴取者の位置によって、聞こえる音を異ならしめることができる。

【0065】本発明に係るスピーカ装置は、極めて高い指向性を有するので、特定の位置に向けてオーディオ情報の提供を行うことができる。

【0066】そこで、オーディオ信号の伝送用接続線等を用いることなく秘話機能を備えたオーディオ信号送信装置を構成することができる。

【0067】このオーディオ信号送信装置は、例えば図8に示すように、オーディオ信号を出力するオーディオ信号源41と、オーディオ信号を微分して得られる信号

$$y(t) = \cos(\Delta\omega_c t + \Delta\theta_c + \Delta k \int h(t) dt) \quad \text{第12式}$$

マイクロホン45は、可聴帯域の音を検出するものである。この第12式で表される信号 $y(t)$ を出力する。ポストプロセッサ46は、第13式に対応した信号

$$kh(t) = [d/dt \{ \cos^{-1} y(t) \}] - \Delta\omega_c \quad \text{第13式}$$

そして、利用者は、例えばヘッドホンを用いて、ポストプロセッサ46から出力される信号を再生すると、元のオーディオ信号に対応した音を聞くことができる。ところで、超音波発生器44とマイクロホン45の間にいる第三者は、歪みが大きく、音の内容を理解することができない。また、超音波発生器44が向けられていない、すなわち指向性の範囲外の第三者も音を聞くことができない。したがって、このオーディオ信号送信装置では、オーディオ信号の内容を第三者に傍受されることがない。

$$h(t) = \cos((1/2)\cos^{-1}s(t)) \quad \text{第14式}$$

$$g(t) = h(t)\cos(\omega_c t + \theta) \quad \text{第15式}$$

なお、第14式において、変調度を同じとすると、変調度の和は0となることから余弦関数の中の周波数変調項はなくなり、第15式全体としては振幅変調のみとなる。

【0074】前処理回路30の出力である $h(t)$ のフー

$$H(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t)e^{-j\omega t} dt$$

【0076】

$$G(\omega) = (H(\omega + \omega_c) + H(\omega - \omega_c))$$

更に、信号 $g(t)$ の2乗歪み $g_2(t)$ とそのフーリエ変換は、第18式、第19式で表される。

$$g_2(t) = (g(t))^2$$

【0078】

で搬送波を周波数変調するプリプロセッサ42と、プリプロセッサ42からの周波数変調信号によって駆動される超音波発生器44と、可聴帯域のマイクロホン45と、マイクロホン45からの信号に逆コサイン関数処理を施すポストプロセッサ46を備える。

【0068】プリプロセッサ42は、例えば前述した図6に示すスピーカ装置を構成している増幅器21乃至補正フィルタ26からなり、搬送波をオーディオ信号で周波数変調して得られる周波数変調信号で、増幅器43を介して超音波発生器44を駆動する。したがって、超音波発生器44から放出される音波のうちで差周波数歪みによって人間が聞くことができる音は、前述した第5式の第4項、すなわち以下に示す第12式で表される。

【0069】  
処理を行い、元のオーディオ信号 $h(t)$ を復元する。

【0070】

【0071】ここで、上述した所望の周波数特性を得るための補正処理の具体的な例について説明する。

【0072】例えば図7に示すスピーカ装置では、オーディオ信号で周波数変調した後、その信号を前処理回路30の出力で振幅変調していることから、変調度を同じ大きさとすると、周波数変調器3a、3bの出力（以下、単に変調器出力という。） $h(t)$ は第14式で表すことができ、振幅変調器28a、28bの出力 $g(t)$ は第15式で表すことができる。

【0073】  
第14式

第15式

リエ変換を第16式に示すように $H(\omega)$ とすると、第15式で表される変調出力 $g(t)$ は、 $H(\omega)$ を用いて第17式のようなになる。

【0075】

【数1】

第16式

第17式

【0077】

第18式

【数2】

$$\begin{aligned}
 G(\omega) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} G(k)G(\omega - k) \\
 &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{4} \int_{-\infty}^{\infty} \{H(k + \omega_c)H(\omega - k + \omega_c) + H(k - \omega_c)H(\omega - k - \omega_c) \\
 &\quad + H(k + \omega_c)H(\omega - k - \omega_c) + H(k - \omega_c)H(\omega - k + \omega_c)\} dk \quad \text{第19式}
 \end{aligned}$$

【0079】ここで、第20式及び第21式に示すように、 $H(\omega)$ が角周波数 $\omega_s$ で帯域制限され、主にオーディオ

帯域に分布するととし、また、変調の中心周波数は、 $\omega_s$ の2倍以上の超音波帯域であるとする、

$$H(\omega) = 0$$

第20式

$$\omega_c > 2\omega_s$$

第21式

第19式の4つの項について、

$$H(\cdot)H(\cdot) \neq 0$$

第22式

第22式となる条件は、以下のようになる。

【0080】

$$H(k + \omega_c)H(\omega - k + \omega_c) \quad -2\omega_c - 2\omega_s \leq \omega \leq -2\omega_c + 2\omega_s$$

$$H(k - \omega_c)H(\omega - k - \omega_c) \quad +2\omega_c - 2\omega_s \leq \omega \leq +2\omega_c + 2\omega_s$$

$$H(k + \omega_c)H(\omega - k - \omega_c) \quad -2\omega_s \leq \omega \leq +2\omega_s$$

$$H(k - \omega_c)H(\omega - k + \omega_c) \quad -2\omega_s \leq \omega \leq +2\omega_s$$

そして、ここで扱う対象は、2乗歪みのオーディオ帯域成分（差周波数）であるから、第19式において、超音波帯域（ $\pm 2\omega_c - 2\omega_s \leq \omega \leq \pm 2\omega_c + 2\omega_s$ ）に成分が分布している最初の2項を無視し、可聴帯域（ $-2\omega_s \leq \omega \leq +2\omega_s$ ）近辺に成分が分布している最後の2項だけに注目すると、第23式が得られる。

【0081】

【数3】

$$\begin{aligned}
 G_2(\omega) &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{4} \int_{-\infty}^{\infty} \{H(k + \omega_c)H(\omega - k - \omega_c) + H(k - \omega_c)H(\omega - k + \omega_c)\} dk \\
 &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{4} \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} H(k + \omega_c)H(\omega - k - \omega_c) dk + \int_{-\infty}^{\infty} H(k - \omega_c)H(\omega - k + \omega_c) dk \right\} \\
 &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{4} \left\{ \int_{-\omega_c - \omega_s}^{-\omega_c + \omega_s} H(k + \omega_c)H(\omega - k - \omega_c) dk + \int_{\omega_c - \omega_s}^{\omega_c + \omega_s} H(k - \omega_c)H(\omega - k + \omega_c) dk \right\} \\
 &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{4} \left\{ \int_{-\omega_s}^{\omega_s} H(k)H(\omega - k) dk + \int_{-\omega_s}^{\omega_s} H(k)H(\omega - k) dk \right\} \\
 &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{2} \int_{-\omega_s}^{\omega_s} H(k)H(\omega - k) dk \quad \text{第23式}
 \end{aligned}$$

【0082】振幅変調器28a、28bの出力 $g(t)$ が、そのままの特性で超音波発生器5から放出され、空气中で発生したその2乗歪みの差周波数成分が基づいてのオーディオ信号と一致することが理想的であるが、実際には超音波発生器5やその前段の増幅器27の特性により、信号 $g(t)$ に対応した音が発生されない。こ

$$x(t) = a(t) * g(t)$$

$$X(\omega) = A(\omega)G(\omega)$$

なお、\*は畳み込み演算を表す。

【0085】第25式のスピーカ出力 $X(\omega)$ においてスピーカ特性 $a(t)$ の影響をなくすには、少なくとも変調器出力 $G(\omega)$ が分布する帯域においてスピーカ特性 $a(t)$ とは逆の特性を有するフィルタを、スピーカの前段

$$G_a(\omega) = A^{-1}(\omega)G(\omega)$$

また、ここで、所望の周波数特性が得られるようにする

で、信号 $g(t)$ の特性を変化させる特性をスピーカ特性 $a(t)$ とする。

【0083】スピーカ出力、すなわち超音波発生器5の出力 $x(t)$ は、第24式及び第25式に示すように、信号 $g(t)$ とスピーカ特性 $a(t)$ の畳み込みで表される。

【0084】

第24式

第25式

に付加すればよい。具体的には、例えば図12に示すように、振幅変調器28の出力に、超音波発生器5の特性とは逆の特性を有する補正フィルタ26を挿入し、超音波発生器5に対して第26式で示す信号を入力する。

【0086】

第26式

補正処理を、オーディオ信号の段階で行う具体例につい

て説明する。

【0087】第19式に示した $G_2(\omega)$ の展開と同様に、 $|\omega| \leq 2\omega_s$ 等の条件を用いながら、2乗歪み $x_2$

$$x_2(t) = (x_2(t))^2$$

【0089】

$$\begin{aligned} X_2(\omega) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(k)X(\omega - k)dk \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} A(k)A(\omega - k) \cdot G(k)G(\omega - k)dk \\ &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{4} \int_{-\infty}^{\infty} [A(k)A(\omega - k)] \\ &\quad \cdot [H(k + \omega_c)H(\omega - k - \omega_c) + H(k - \omega_c)H(\omega - k + \omega_c)]dk \\ &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{4} \int_{-\omega_s}^{\omega_s} [A(k - \omega_c)A(\omega - k + \omega_c) + A(k + \omega_c)A(\omega - k - \omega_c)] \\ &\quad \cdot H(k + \omega_c)H(\omega - k)dk \end{aligned}$$

第28式

【0090】第27式の展開の流れを簡単に述べると、「信号 $H(k)$ で $\omega_c$ を中心に変調した効果をスピーカ特性 $A(k)$ の式に移動させた」こととなる。第28式におけるスピーカ特性の $A(k - \omega_c)$ 、 $A(k + \omega_c)$ が変調効果を有するスピーカ特性に相当する。

【0091】図14(C)に示すように、スピーカ特性は、変調角周波数 $\pm\omega_c$ にピークがある平坦でないパワー特性を有する。しかも、その特性は、ピークの両側で異なったカーブを有する。図14(C)に示す特性は、一般的な超音波圧電素子の特性を簡単に模擬したものであるが、パワーをデシベル表示した場合、近似的には直線的な傾斜を有する。

【0092】このような非対称的なスピーカ特性を、オ

$$A(k - \omega_c) = A(k + \omega_c)$$

第29式

$$A(k - \omega_c)A(\omega - k + \omega_c) + A(k + \omega_c)A(\omega - k - \omega_c)$$

$$= 2A(k + \omega_c)A(\omega - k + \omega_c) \quad \text{第30式}$$

そして、スピーカ出力の2乗歪みを示す第28式は、第31式に変形することができ、スピーカ特性 $A(k)$ を振幅変調器28の入力信号 $H(k)$ とまとめて処理すること

$$\begin{aligned} X_2(\omega) &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{4} \int_{-\omega_s}^{\omega_s} 2A(k + \omega_c)A(\omega - k + \omega_c) \cdot H(k)H(\omega - k)dk \\ &= \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{4} \int_{-\omega_s}^{\omega_s} 2A(k + \omega_c)H(k) \cdot A(\omega - k + \omega_c) \cdot H(\omega - k)dk \end{aligned}$$

第31式

【0096】これにより、オーディオ帯域に分布するように変換されたスピーカ特性 $A(k + \omega_c)$ の $|k| \leq \omega_s$ の帯域における逆特性 $A^{-1}(k + \omega_c)$ を $H(\omega)$ に掛け、第32式で得られる新たな $H_a(\omega)$ を、振幅変調器28の入力とする。具体的には、例えば図13に示すよう

(t)のオーディオ帯域の成分を求めると、第28式が得られる。

【0088】

第27式

【数4】

オーディオ帯域、すなわち例えば図13に示すように前処理回路30の出力において補正するためには、図14

(D)に示すように、同時に2種類の特性を補正する必要がある。これを簡単に実現するには、

・変調周波数(搬送波の周波数)の両側で対照的なパワーカーブを有する圧電素子を選択する。

・変調処理又はその後、対称性を確保する補正を行う。などの方法が考えられる。

【0093】変調処理又はその後段での対称性を確保する補正は、第29式を満たすことであり、第30式が成立する。

【0094】

ができる。

【0095】

【数5】

に、上述した逆特性 $A^{-1}(k + \omega_c)$ の補正フィルタ29を、前処理回路30と振幅変調器28の間に設けるようにする。

【0097】次に、上述した本発明に係るスピーカ装置が適用されるいくつかの例を挙げて説明する。

【0098】図15は、自動車内に取り付けられたルームミラー60に本発明に係るスピーカ装置の複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器61を取り付けたものである。このとき、超音波発生器61は、複数の圧電素子50をルームミラー60の下側縁に沿って2列に配列したものである。

【0099】自動車のルームミラー60は、一般に運転者62の方向に向けられているので、超音波発生器61を運転者62に向けておくことができ、超音波発生器61から放出される超音波を運転者62に集中させ、運転者62のみに音の聴取を行わせることができる。したがって、必要なオーディオ情報を運転者62のみに聴取させるスピーカ装置とすることができる。

【0100】また、超音波発生器61から放出される超音波は指向性が高いので、ルームミラー60の一部にマイクロホン63を設けることにより、ハンズフリー方式の通信装置の音声入出力装置を構成することができる。このとき、超音波発生器61から放出される超音波は指向性が極めて高いので、超音波発生器61の近傍にマイクロホン63を配置しても、超音波発生器61から放出された超音波音がマイクロホン63に入力されることがなくハウリングを発生させるようなことがない。また、超音波発生器61から放出される超音波は運転者62に集中されるので、オーディオ情報を同乗者64に聴取されることを防止することができ、少なくとも受信側のオーディオ情報の秘話性を確保できる。

【0101】また、超音波発生器61を構成する各圧電素子50を例えば複数の組を構成するように組み合わせるとともに、各組を構成する圧電素子50の前段にフィルタを設け、各組の圧電素子50の周波数特性及び位相特性を異なるようにすることにより、各組の圧電素子50から放出される超音波の波面を特定方向に合わせることができ、運転者62と同乗者64にそれぞれ異なる音声や楽音を聴取させることができる。

【0102】また、図16は、本発明に係るスピーカ装置を会議システムに適用した例を示す。この会議システムは、会議用テーブル71上に複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器72とマイクロホン73を1組として一定間隔を隔て複数組み配置したものである。このように複数の超音波発生器72を配置することにより、各超音波発生器72から放出されるオーディオ情報を各超音波発生器72に対向する受聴者74に集中させることができ、各受聴者74にそれぞれ異なった情報、例えば受聴者の母国語が異なるような場合、それぞれ異なった言語の情報を互いに隣席する受聴者74に提供することができる。

【0103】更に、図17は、本発明に係るスピーカ装置をテレビジョン型電話装置に適用した例を示す。このテレビジョン型電話装置は、受像機81の上部に、複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器82とマイ

クロホン83を配置したものである。超音波発生器82から放出される超音波は指向性が極めて高いので、超音波発生器82を使用者84に向け、この超音波発生器82の近傍にマイクロホン83を配置しても、超音波発生器82から放出された超音波音がマイクロホン83に入力されることがなくハウリングを発生させるようなことがなく、ハンズフリー方式の音声入出力装置を構成することができる。

【0104】更にまた、図18は、本発明に係るスピーカ装置を飛行機やバスなどの乗り物に組み込まれる音響装置に適用した例を示す。この音響装置を構成するスピーカ装置の複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器91は、各座席92に座る受聴者93に向かうように配置されている。このように超音波発生器91を配置することにより、秘話型のヘッドホン等を用いることなく所望の受聴者93のみにオーディオ情報を提供することができる。

【0105】次に、図19は、本発明に係るスピーカ装置を投写型のビデオプロジェクタに適用した例を示す。このビデオプロジェクタは、プロジェクタ本体101内に、複数の圧電素子50を組み合わせた複数組の超音波発生器102を配置したものである。このとき、プロジェクタ本体101内に配置された各超音波発生器102は、ビデオプロジェクタの投射面となるスクリーン面103やその他の壁面に向けられている。各超音波発生器102からスクリーン面103や壁面に向けて超音波を放出すると、これら超音波発生器102から放出された超音波が反射する箇所に可聴音の音像を定位させることができる。

【0106】そこで、各超音波発生器102からマルチチャンネル音源の右チャンネル用、左チャンネル用、中央チャンネル用、サラウンド用の右チャンネル用、サラウンド用の左チャンネル用の各オーディオ信号に応じた超音波を放出することにより、視聴者104にマルチチャンネル音源の再生音響を提供できる。

【0107】更に次に、図20は、本発明に係るスピーカ装置を液晶表示装置やプラズマディスプレイ等の薄型の映像表示装置110を用いた映像音響装置に適用した例を示す。この映像音響装置を構成するスピーカ装置は、照明具11を備え天井から吊り下げられる照明機器112の照明反射板113に複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器114を取り付けたものである。超音波発生器114を構成する各圧電素子50は一定の方向を向けて照明反射板113に取り付けられている。このとき、超音波発生器114を構成する各圧電素子50を例えば複数の組を構成するように組み合わせるとともに、各組を構成する圧電素子50の前段にフィルタを設け、各組の圧電素子50の周波数特性及び位相特性を異なるようにすることにより、各組の圧電素子50の指向性を正面以外の方向に向かせるようにしている。

【0108】このように、各圧電素子50から放出される超音波の指向方向を変更することにより、複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器114から、マルチチャンネル音源の右チャンネル用、左チャンネル用、中央チャンネル用、サラウンド用の右チャンネル用、サラウンド用の左チャンネル用の各オーディオ信号に応じた超音波を放出するようにすることにより、視聴者115にマルチチャンネル音源の再生音響を提供できる。

【0109】そして、図21は、本発明に係るスピーカ装置をオーバーヘッドプロジェクタの指標装置121に適用した例を示す。この指標装置121は、レーザ光122を出射し、レーザ光122によって表示面123の所定位置を指標するものであって、この指標装置121のレーザ光の出射面側に複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器124を配置したものである。このように、指標装置121に超音波発生器124を組み込むことにより、説明者125がレーザ光122で指標する位置122aに超音波を放出して指標位置で反射させることで指標位置122aに音像を定位させることができ、レーザ光の指標に音を組み合わせ効果的な情報提供を行うことができる。

【0110】次に、図22は、本発明に係るスピーカ装置を多言語の情報が記録された情報記録媒体を再生する再生機131に適用したものである。この再生機131は、受像部132を備えた機器本体133の上縁に沿って複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器134を配置したものである。この超音波発生器134は、複数の圧電素子50を2組の超音波発生器群134a、134bとして構成し、各超音波発生器群134a、134bを異なる例えば各言語に応じたオーディオ信号により変調された変調信号によって駆動することにより、複数の視聴者135に所望の言語の音声をそれぞれ独立して聴取させることができる。

【0111】更に、図23は、本発明に係るスピーカ装置を2画面型のテレビジョン受像機141に適用したものである。このテレビジョン受像機141は、受像機本体142の上縁に沿って複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器144を配置したものである。この超音波発生器144を構成する複数の圧電素子50を各受像画面141a、141bに対応して2組の超音波発生器群144a、144bとして組み合わせる。そして、各超音波発生器群144a、144bから各受像画面141a、141bに対応するオーディオ信号により変調された変調信号により駆動することにより、各受像画面141a、141bに表示される映像に対応する音声を各視聴者145に相互に影響を与えることなく提供することができる。

【0112】更にまた、図24は、本発明に係るスピーカ装置をテレビジョン受像機151に適用したものである。このテレビジョン受像機151は、受像機本体15

2の上縁に沿って複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器154を配置したものである。ここで、超音波発生器154の各圧電素子50の指向性を聴取者155の左右の耳にそれぞれ向けるようにし、バイノーラルで収録したオーディオ信号を上記したように周波数変調した変調信号により各圧電素子50を駆動することによりヘッドホンを着けることなく立体音響の聴取が可能となる。

【0113】前述した図22及び図23に示す再生機131又はテレビジョン受像機141に適用したスピーカ装置においても、同様に、各圧電素子50の指向性を聴取者の左右の耳にそれぞれ向けるようにし、バイノーラルで収録したオーディオ信号を上記したように周波数変調した変調信号により各圧電素子50を駆動することによりヘッドホンを着けることなく立体音響の聴取が可能となる。

【0114】そして、図25は、本発明に係るスピーカ装置を美術館や博物館の展示室に適用したものであり、展示物161が展示される位置の天井に複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器162を配置している。このとき、超音波発生器162の指向性を展示物の前面に向けることにより、当該展示物161を鑑賞する鑑賞者163のみが再生音を聴取することができ、その他の場所を静粛にし、展示室の音響環境を良好にすることができる。

【0115】次に、図26に示すスピーカ装置は、複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器171からの超音波を離間した位置に配置した振動板172、173に向けて放出し、これら振動板172、173で超音波を反射させることによって可聴帯域の再生音響を得るようにしたものである。各振動板172、173は、枠体172a、173aにフィルム等を一定の張力を与えて張ったものである。

【0116】このように構成することにより、振動板172、173側に電源や駆動部を設ける必要がなくなり、設置場所の選択を広げることができる。

【0117】この振動板172、173に意匠を施すことにより、室内の建具等として利用することが可能となる。

【0118】更に、図27は、本発明に係るスピーカ装置をテレビジョン受像機181に適用し、視聴者182を追尾し、視聴者182の位置に合わせ指向性を可変するようにしたものである。このテレビジョン受像機181は、受像機本体183の上縁に沿って複数の圧電素子50を組み合わせた超音波発生器184を配置し、更に超音波発生器184の上縁に沿って視聴者182の位置を検出する位置検出手段185を配置したものである。位置検出手段185の検出出力に応じて超音波発生器184の指向性を可変することにより視聴者182の位置に合わせて超音波を放出するようにしたものである。こ

のとき、複数の圧電素子 5 0 は、受像機本体 1 8 3 の上縁に沿って 2 列に配置されている。

【0 1 1 9】更にまた、図 2 8 は、本発明に係るスピーカ装置をテレビジョン受像機 1 9 1 に適用した他の例を示すものであって、回動若しくは移動する手段を持ち、画像処理によって特定のものを認識し、その特定のものに追従するようにした撮像追尾機構 1 9 2 を受像機本体 1 9 3 の上面に設置し、この撮像追尾機構 1 9 2 の一部に複数の圧電素子 5 0 を組み合わせた超音波発生器 1 9 4 を取り付けただものである。

【0 1 2 0】なお、超音波発生器 1 9 4 を構成する複数の圧電素子 5 0 は、撮像追尾機構 1 9 2 の両側に 1 組ずつ配置される。

【0 1 2 1】このように特定のものに追従するようにした撮像追尾機構 1 9 2 と一体に回動若しくは移動するように超音波発生器 1 9 4 を取り付けることにより、視聴者 1 9 5 のみにオーディオ情報を提供することが可能となる。

【0 1 2 2】

【発明の効果】本発明に係るスピーカ装置は、音源から出力されるオーディオ信号を変調手段により少なくとも可聴帯域より高い周波数帯域の信号に周波数変調し、変調手段からの周波数変調された信号によって超音波発生素子を駆動し、この超音波発生素子からの超音波を空間若しくは振動面に反射させて可聴音を得るようにしているので、極めて高い指向性が得られ、音像定位を所望する位置に自在に設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係るスピーカ装置の基本的な構成を示す回路図である。

【図 2】本発明に係るスピーカ装置の回路図である。

【図 3】本発明に係るスピーカ装置を構成する超音波発生器の配列の一例を示す平面図である。

【図 4】本発明に係るスピーカ装置を構成する超音波発生器の配列の他の例を示す平面図である。

【図 5】図 4 に示すスピーカ装置の指向特性を示す特性図である。

【図 6】本発明に係るスピーカ装置の他の例を示す回路図である。

【図 7】本発明に係るスピーカ装置の更に他の例を示す回路図である。

【図 8】本発明に係るスピーカ装置を用いたオーディオ信号送信装置を示す回路図である。

【図 9】前処理回路を構成する DSP の機能を示すブロック図である。

【図 1 0】前処理回路を構成する DSP の機能を示すブロック図である。

【図 1 1】前処理回路を構成する DSP の機能を示すブロック図である。

【図 1 2】補正フィルタを具備するスピーカ装置の回路構成を示すブロック図である。

【図 1 3】補正フィルタを具備するスピーカ装置の回路構成を示すブロック図である。

【図 1 4】オーディオ帯域でのスピーカ特性の補正原理を説明するための図である。

【図 1 5】本発明に係るスピーカ装置を自動車内のルームミラーに取り付け、ハンズフリー方式の通信装置の音声入出力装置を構成した例を示す斜視図である。

【図 1 6】本発明に係るスピーカ装置を会議システムに適用した例を示す斜視図である。

【図 1 7】本発明に係るスピーカ装置をテレビジョン型電話装置に適用した例を示す斜視図である。

【図 1 8】本発明に係るスピーカ装置を乗り物に組み込まれる音響装置に適用した例を示す斜視図である。

【図 1 9】本発明に係るスピーカ装置を投写型のビデオプロジェクタに適用した例を示す斜視図である。

【図 2 0】本発明に係るスピーカ装置を映像音響装置に適用した例を示す斜視図である。

【図 2 1】本発明に係るスピーカ装置をオーバーヘッドプロジェクタの指標装置に適用した例を示す斜視図である。

【図 2 2】本発明に係るスピーカ装置を多言語の情報が記録された情報記録媒体を再生する再生機に適用した例を示す斜視図である。

【図 2 3】本発明に係るスピーカ装置を 2 画面型のテレビジョン受像機に適用した例を示す斜視図である。

【図 2 4】本発明に係るスピーカ装置をテレビジョン受像機に適用した例を示す斜視図である。

【図 2 5】本発明に係るスピーカ装置を美術館や博物館の展示室に適用した例を示す斜視図である。

【図 2 6】本発明に係るスピーカ装置の他の構成例を示す斜視図である。

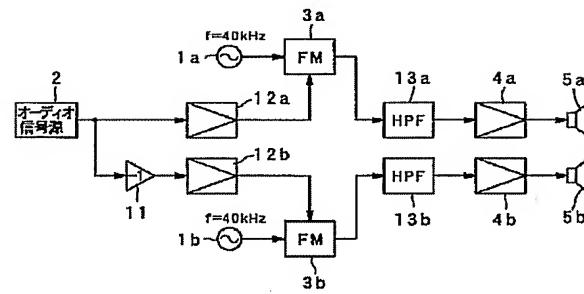
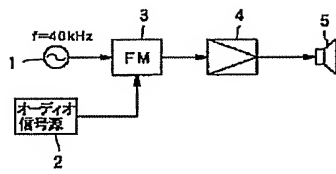
【図 2 7】本発明に係るスピーカ装置に追尾機能を付与してテレビジョン受像機に配設した例を示す斜視図である。

【図 2 8】本発明に係るスピーカ装置に追尾機能を付与してテレビジョン受像機に配設した他の例を示す斜視図である。

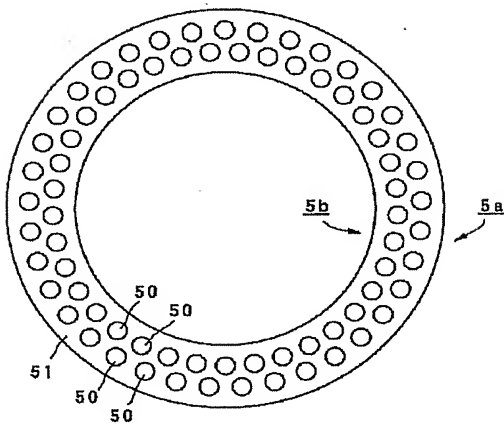
【符号の説明】

1 搬送波発振器、 2 オーディオ信号源、 3 周波数変調器、 5 超音波発生器、 2 2 微分器、 2 3 a 増幅器、 2 3 b 反転増幅器、 2 4 混合器、 2 6 補正フィルタ

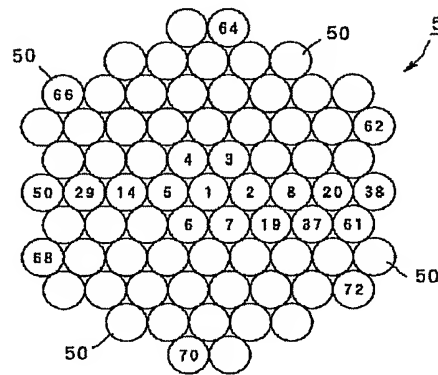
【図 2】



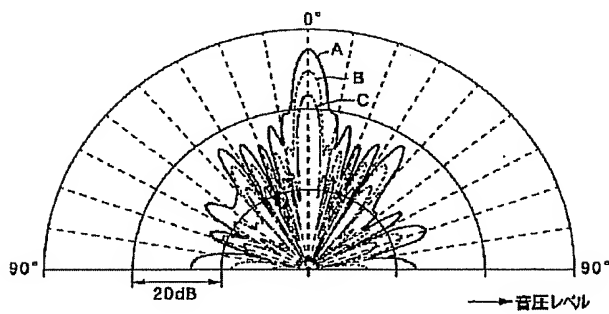
【図 3】



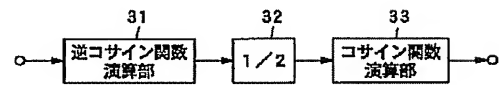
【図 4】



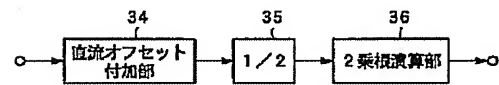
【図 5】



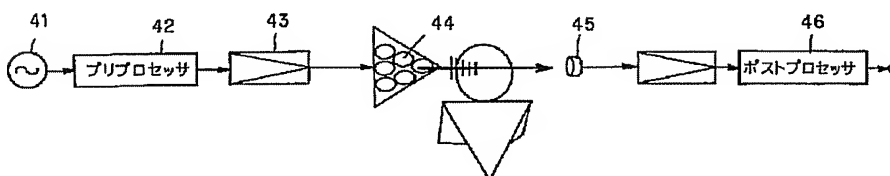
【図9】



【図 10】

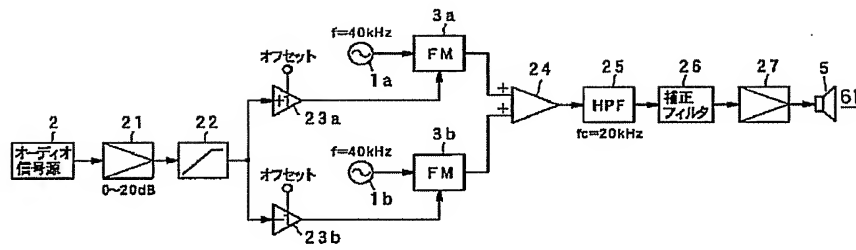


【図 8】

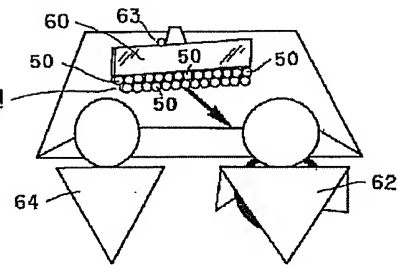




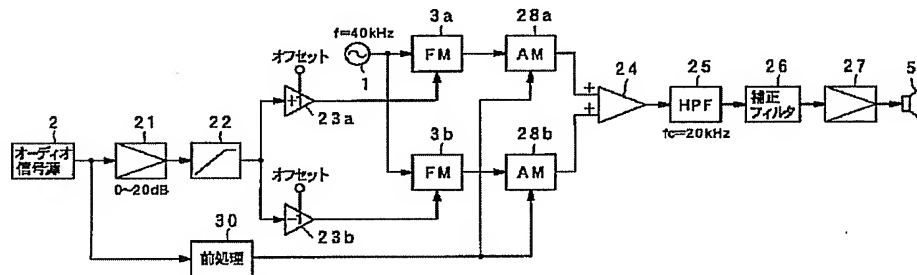
【図 6】



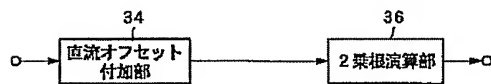
【図 15】



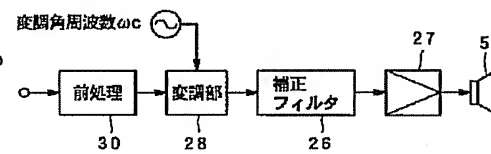
【図 7】



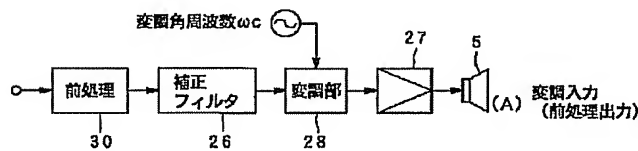
【図 11】



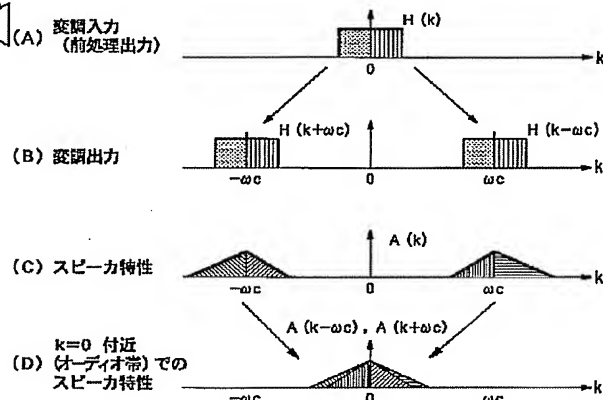
【図 12】



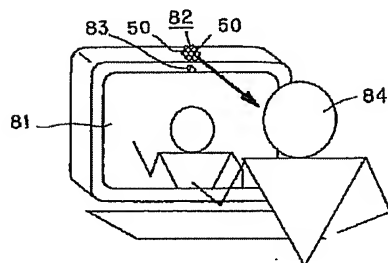
【図 13】



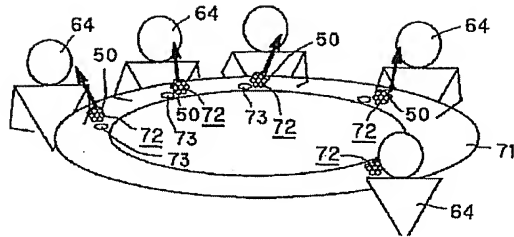
【図 14】



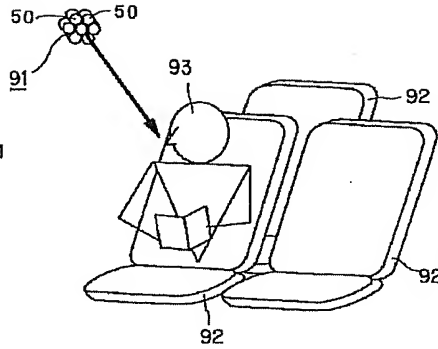
【図 17】



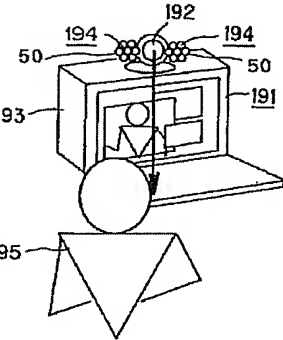
【図 16】



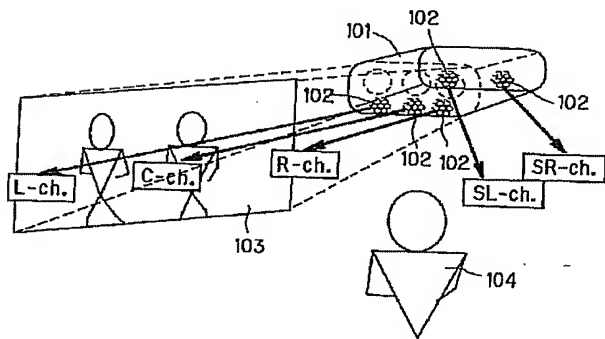
【図 18】



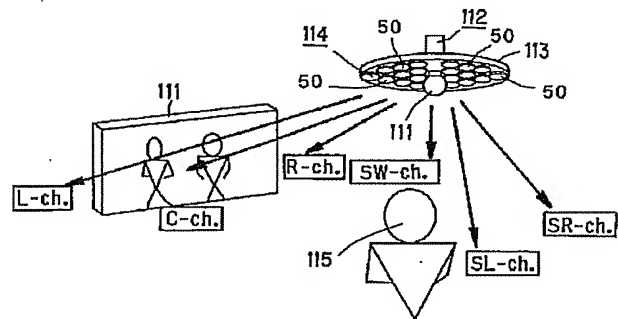
【図 28】



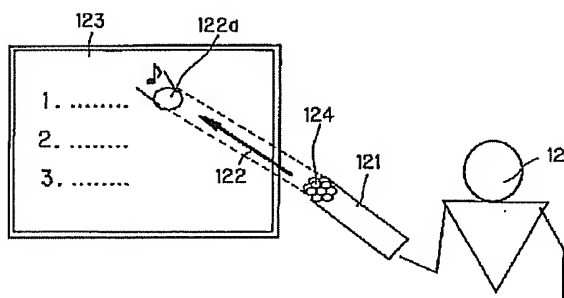
【図 19】



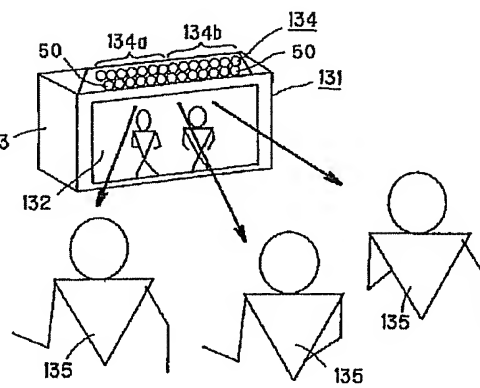
【図 20】



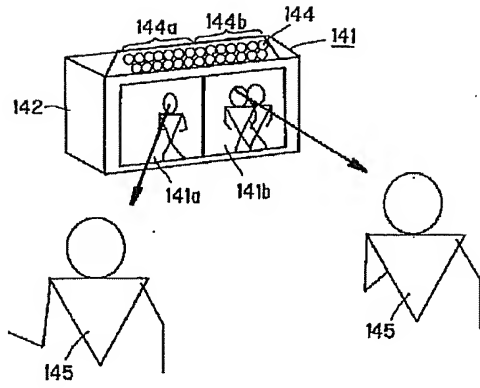
【図 21】



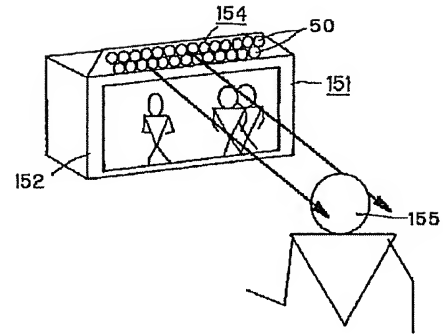
【図 22】



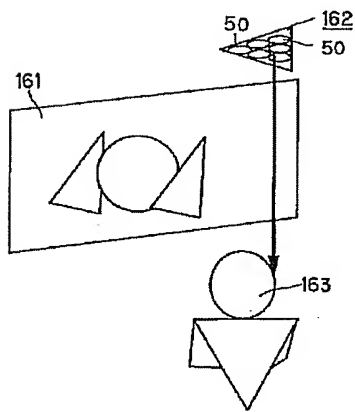
【図 2 3】



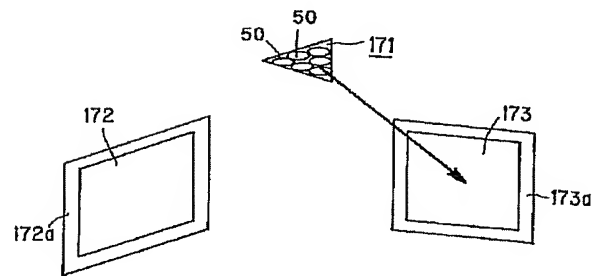
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



【図 2 7】

